

Radio-Club de la Haute Île



**F5KFF / F6KGL**

Port de Plaisance

F-93330 Neuilly sur Marne

# Le cours de F6KGL

présenté par F6GPX

## Technique Chapitre 5

### Les diodes et leurs montages

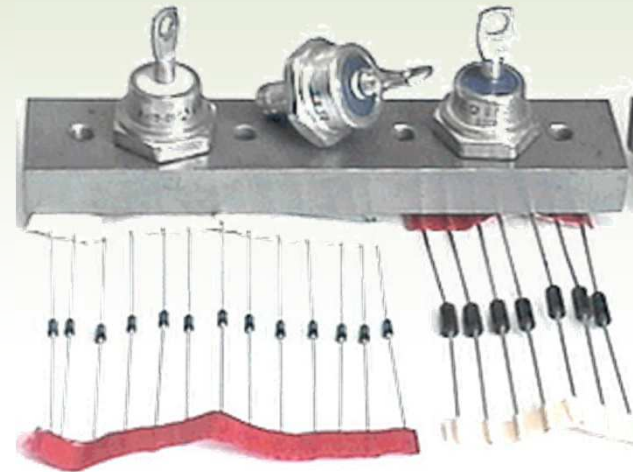
Ce document a servi pour le cours enregistré le 31/03/2017.

Ce document (*PDF*), le fichier audio (*MP3*) et les liens des vidéos (*Youtube*) sont disponibles sur la page <http://f6kgl-f5kff.fr/lespodcasts/index.html>



## 5-1) diodes

- Après les **composants passifs** (obéissant à la loi d'Ohm généralisée), nous commençons à étudier les **composants actifs** (permettant d'augmenter la puissance d'un signal ou d'en modifier la forme)
- Le premier de ces composants est la **diode jonction**.
  - la diode **modifie la forme** d'un signal sans en augmenter la puissance
  - sa **structure interne** sert de base au transistor
  - présentation du composant



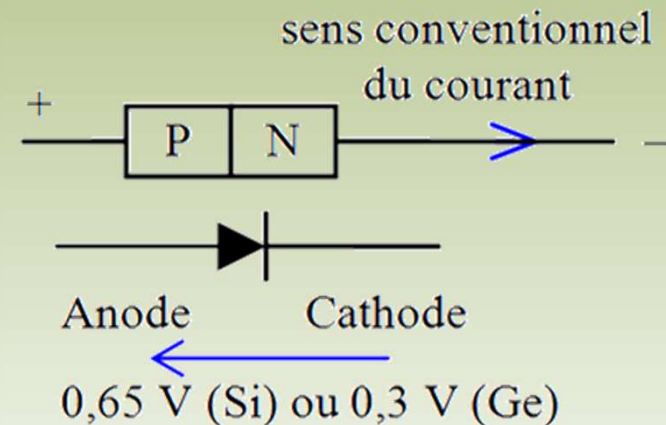


## 5-1) diodes

- Les diodes sont formées de deux **cristaux semi-conducteurs** en **Silicium (Si)** ou en **Germanium (Ge)** accolés et **dopés** par des **impuretés** de type **P** ou **N**.
- Le courant électrique circule uniquement dans le sens  **$P \Rightarrow N$** .

- La diode est passante si :

- l'anode est reliée au +
- et la cathode est reliée au -



- En sens inverse, la résistance de la diode est très importante
- La cathode de la diode est repérée au « K » du dessin et par une bague de couleur sur le composant.
- Le boîtier métallique des diodes de puissance est relié à la cathode

Voir aussi page **CNFRA** dans Radio-REF de mai 2010

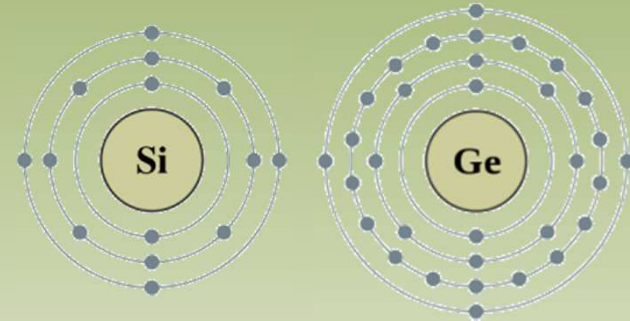


# 5-1) diodes

- *Structure interne d'un semi-conducteur*

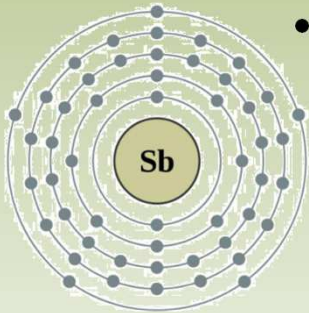
- *Silicium (Si) et Germanium (Ge)*

- *couche externe et liaison covalente*



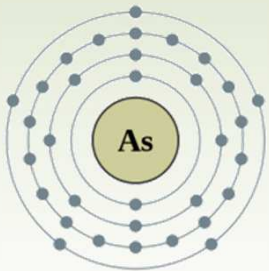
- *Impuretés de type N (excès d'électrons)*

- *antimoine (Sb)*
- *gallium (Ga)*
- *aluminium (Al)*



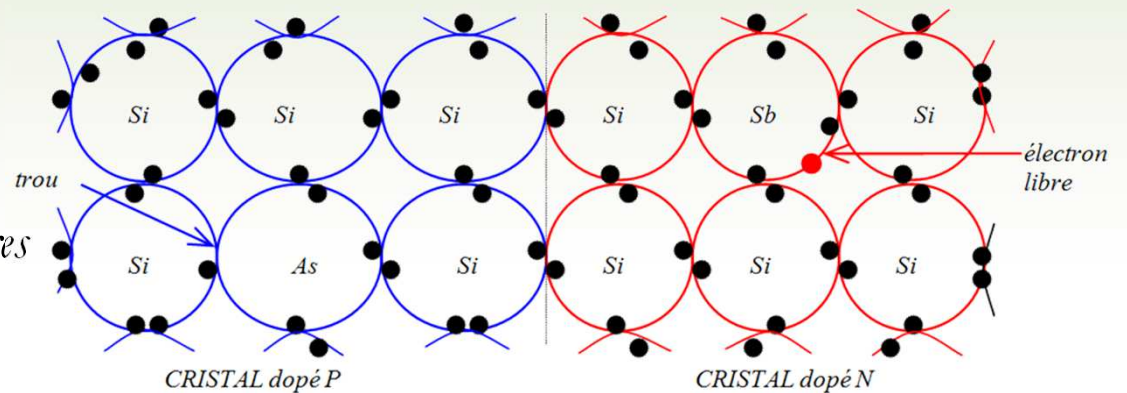
- *Impuretés de type P (déficit d'électrons sur la couche externe)*

- *arsenic (As)*
- *bore (B)*



- *Déplacements*

- *des électrons libres*
- *des trous*





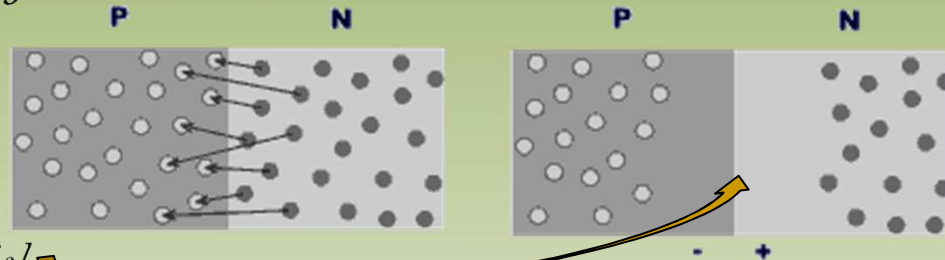
# 5-1) diodes

- *Le comportement d'une jonction PN*

- *au repos ( $V_{PN}=0$ )*

- *barrière de potentiel*

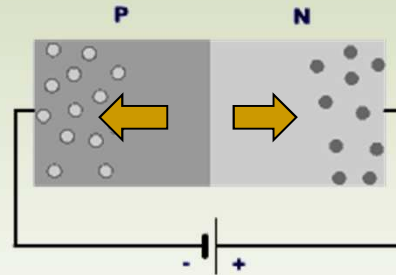
- *les électrons présents dans N bouchent les trous présents dans P*



- *sens inverse ( $V_{PN}>0$ )*

- *N relié au +*

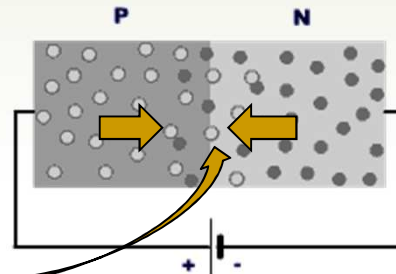
- *P relié au -*



- *sens passant ( $V_{PN}<0$ )*

- *tension de seuil*

- *recombinaison*



## 5-2) courbes et caractéristiques de fonctionnement des diodes

- Pour mieux comprendre les différentes applications des diodes, il faut analyser la **courbe d'intensité** ( $I_d$ ) **en fonction de la tension** appliquée à leurs bornes ( $U_d$ ). On

remarque **3 zones** :

- zone **redressement**

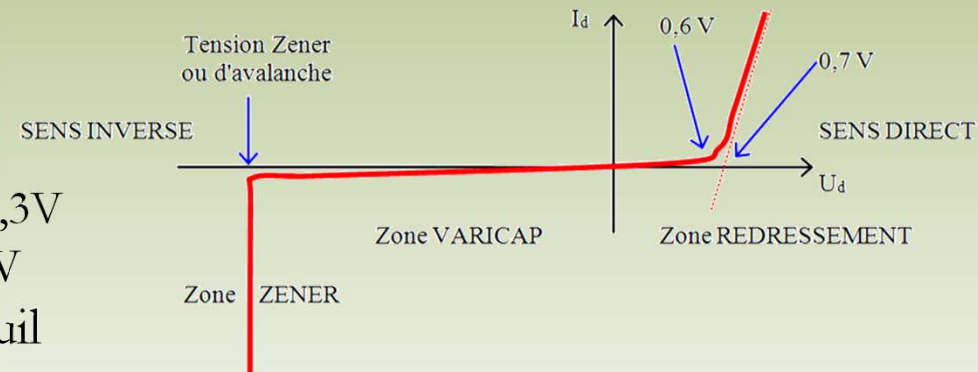
- tension de seuil
  - Germanium = 0,3V
  - Silicium = 0,65 V
- pente au delà du seuil

- zone **Varicap**

- sens inverse
- la barrière de potentiel sert de diélectrique
- *plus la tension inverse est importante, plus la capacité est faible*

- zone **Zener**

- tension Zener (*ou tension de claquage, d'avalanche ou disruptive*)
- avalanche, *effet réversible dans le cas des diodes Zener ou destruction pour les autres diodes.*

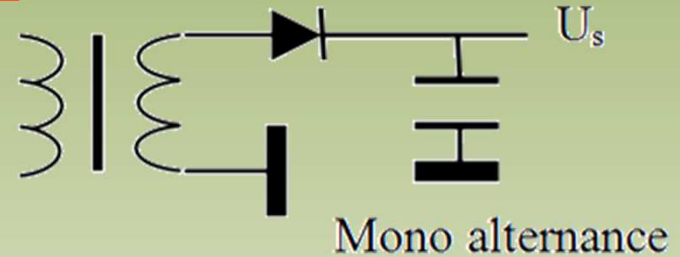




## 5-3) montages des diodes

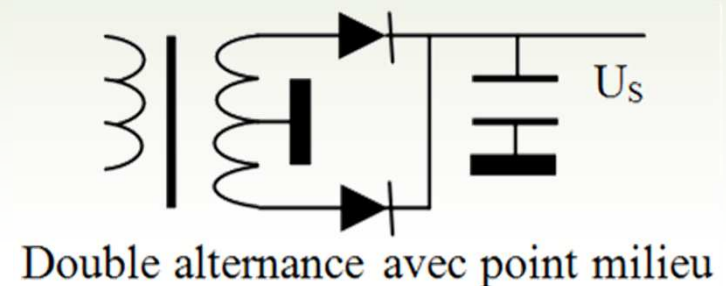
- Redressement **mono-alternance**

- une diode
- une seule alternance redressée



- Redressement **double alternance** avec transformateur à point milieu

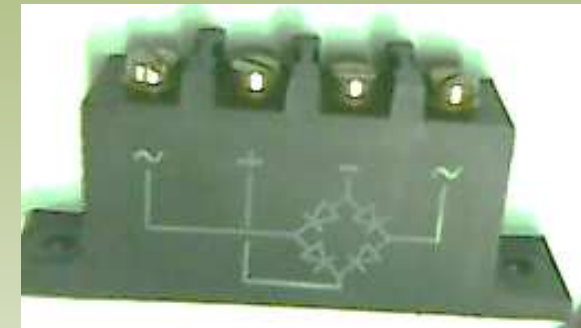
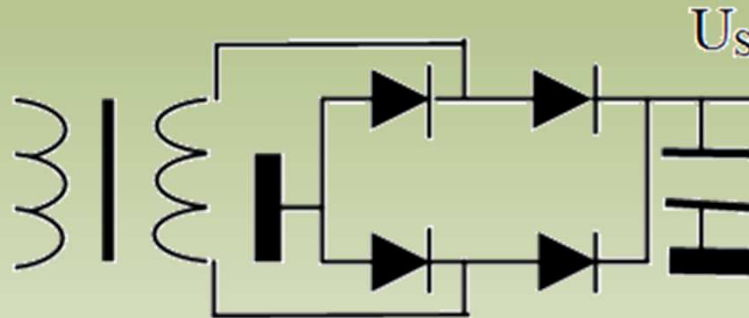
- transformateur plus volumineux
- et plus coûteux
- le condensateur de filtrage a une valeur plus faible





## 5-3) montages des diodes

- Redressement **double alternance** avec pont de diode



pont de diodes

- chute de tension de 2 diodes (environ 2 V)
- attention au sens des diodes : elles sont toutes dirigées vers le condensateur de filtrage
- Pendant une alternance,
  - les diodes des coins opposés fonctionnent en même temps
  - tandis que les deux autres diodes sont bloquées
  - lors de la seconde alternance, les rôles s'inversent et le courant circule dans l'autre sens dans le secondaire du transformateur





## 5-3) montages des diodes

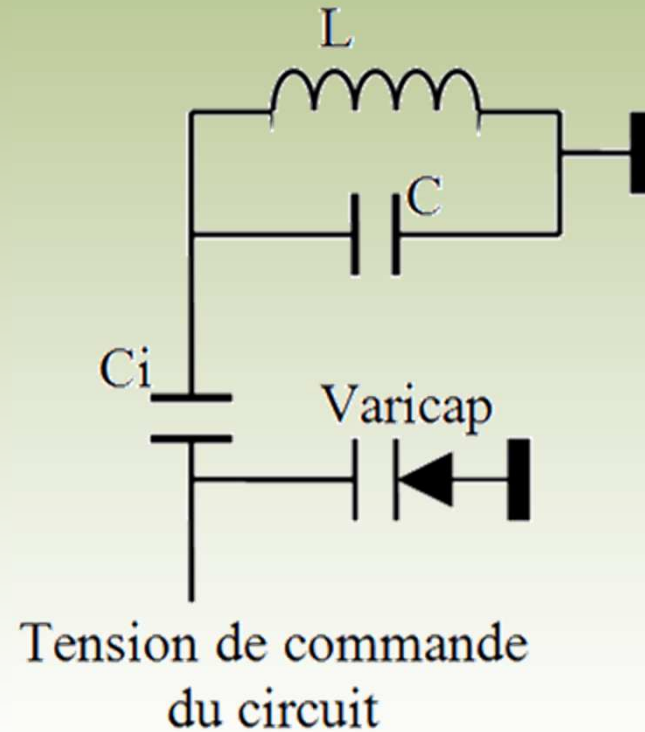
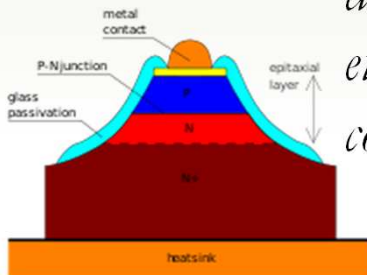
- **Circuit bouchon commandé par une Varicap** : la diode Varicap se reconnaît à son double trait (condensateur)

- diode montée en sens inverse
- condensateur d'isolement ( $C_i$ )



Diode BB109D

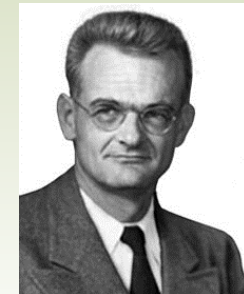
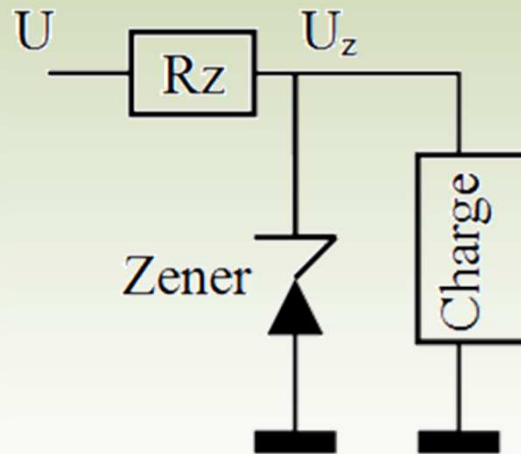
- *Astuce : une diode Zener (plus courante) possède aussi un effet « Varicap »*
- *Pour augmenter la fréquence, il faut diminuer la valeur du condensateur et donc augmenter la tension de commande du circuit.*





## 5-3) montages des diodes

- Stabilisation par diode Zener
  - se reconnaît par son Z
  - est montée en sens inverse
  - la résistance  $R_z$  limite le courant d'avalanche dans la diode Zener



Clarence Zener  
1905 – 1993  
Théorie de la tension de claquage d'un milieu diélectrique (1934)



# 5-3) montages des diodes

• *Les autres diodes et leurs fonctions :*

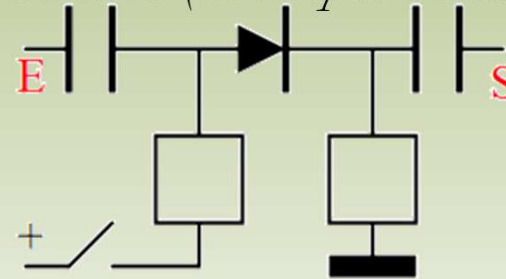


• les **LED** (diodes émettrices de lumière)



• *utilisation d'une diode en commutation (en remplacement d'un relais)*

• les diodes **PIN** :  
commutateurs HF



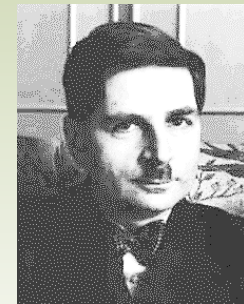
Diode utilisée en commutateur

• les diodes **Schottky** :

*liaison entre un semi-conducteur et un métal  
commutation très rapide*

*faible tension de seuil (0,25 V)*

*mais tension inverse limitée et un courant inverse plus élevé*



Walter Schottky  
1886 – 1976

Bases de la physique des  
semi-conducteurs (1927)

• les diodes **Gunn** : *utilisation en hyperfréquences (cavités résonantes)*

• *la diode Gunn n'est presque plus utilisée de nos jours.*

• *l'instabilité en fréquence des cavités résonantes à diode Gunn ainsi que son bruit de phase élevé en sont les causes principales.*





## 5-4) alimentation

- Les diodes au silicium font chuter la tension d'un peu plus de 0,7 volt à chaque passage (jusqu'à 1 volt), soit près de 2 volts en tout pour un redressement par pont de diodes.



- dans les questions d'examen, **la chute de tension des diodes est souvent négligée**, attention au piège
- le condensateur de filtrage maintient la valeur de la tension de sortie à sa valeur de crête.

Éléments	Redressement par un Pont	Chute de tension des diodes	Lissage du condensateur
Forme du courant			
Calcul	Alternance 2 redressée $U_s$ ne change pas	Passage dans 2 diodes Chute de $2 \times 0,7 \text{ V}$	Filtrage $U_s = (U \times 1,414) - (2 \times 0,7 \text{ V})$

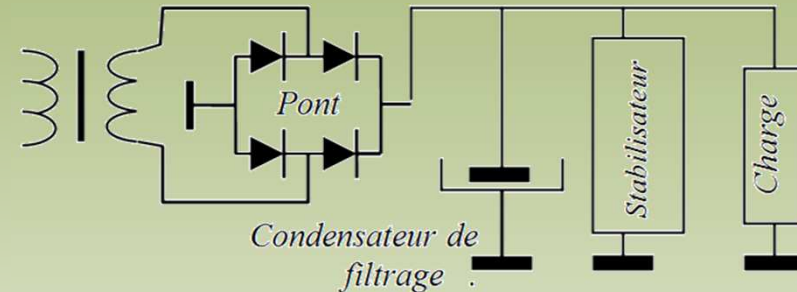
- Voir aussi le montage de la soirée (redressement mono-alternance)*



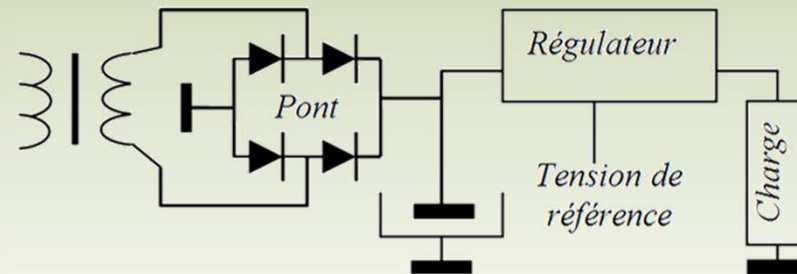
## 5-4) alimentation

- Après le condensateur de filtrage (de type chimique), on trouve un étage

- de **stabilisation**



- et/ou de **régulation**



- la tension de référence est générée par un étage stabilisateur
- La **charge** est l'ensemble des équipements branchés sur l'alimentation

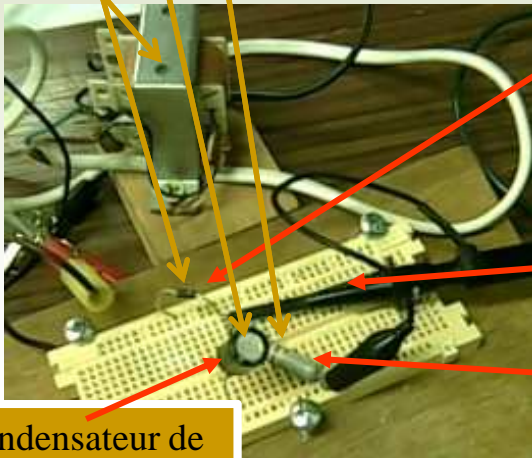
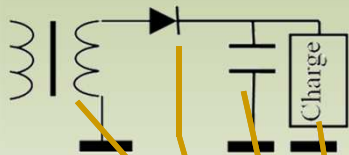
Voir aussi page **CNFRA** dans *Radio-REF* de juillet-août 2010



# Chapitre 5

## Le montage de la soirée

- Soit une alimentation mono-alternance branchée aux bornes d'une résistance formant la charge. A l'aide d'un oscilloscope, mettre en évidence :
  - incidence de la diode (redressement mono-alternance et chute de tension)
  - incidence du condensateur (valeur maximum)
  - ondulation résiduelle due au filtrage insuffisant



Condensateur de filtrage

Diode (avec sa bague argentée orientée vers le condensateur)  
Sonde branchée après la diode (image 2)  
Résistance (formant la charge du circuit)



1) avant la diode



2) effet diode (redressement mono-alternance)



3) effet condensateur (avec ondulation résiduelle)

Radio-Club de la Haute Île



**F5KFF / F6KGL**

Port de Plaisance

F-93330 Neuilly sur Marne

# Le cours de F6KGL

était présenté par F6GPX

**Bon week-end à tous et à la semaine prochaine !**

**Retrouvez-nous tous les vendredis soir au Radio-Club de la Haute Île à Neuilly sur Marne (93) F5KFF-F6KGL, sur 144,575 MHz (FM) ou sur Internet.**

Tous les renseignements sur ce cours et d'autres documents sont disponibles sur notre site Internet, onglet "*Formation F6GPX*"

**[f6kgl.f5kff@free.fr](mailto:f6kgl.f5kff@free.fr)**

**<http://www.f6kgl-f5kff.fr>**